



## [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99116629.9

[45] 授权公告日 2003 年 9 月 3 日

[11] 授权公告号 CN 1120609C

[22] 申请日 1999.9.1 [21] 申请号 99116629.9

[71] 专利权人 信息产业部武汉邮电科学研究院  
地址 430074 湖北省武汉市洪山区邮科院路  
88 号

[72] 发明人 余少华

[56] 参考文献

CN1222797A 1999.07.14 H04B7/00  
CN1231922A 1999.04.14 H04L29/10, H04L12/46  
US5671227 1997.09.23 H04L7/00

审查员 张蔚

[74] 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司

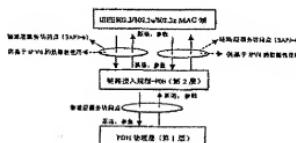
代理人 李双全

权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 6 页

[54] 发明名称 一种用于以太网与准同步数字体系融合的数据传输方法

## [57] 摘要

本发明涉及以太网与准同步数字体系融合的数据传输方法，通过以太网与准同步数字体系（PDH）融合的物理层的基本参数，准同步数字体系（PDH）链路接入方法（LAPP），同步的面向比特的组帧方法，不确认式信息传送服务模式（UITs），实现与以太网（IEEE802.3），快速以太网（IEEE802.3u）和千兆以太网（IEEE802.3z）系列组网应用的融合适配。



1、一种用于以太网与准同步数字体系融合的数据传输方法，包括下列步骤：

从以太网接收数据包，将数据包转换成第一类帧；将所述第一类帧封装成包括起始标志、含SAPI标识符的地址字段、控制字段、包含所述数据包的信息字段、帧校验序列字段和终止标志的帧格式，形成第二类帧；将所述第二类帧封装到净荷部分，并插入相应的开销，形成第三类帧；将所述第三类帧输出到准同步数字体系设备。

2、根据权利要求1所述的一种用于以太网与准同步数字体系融合的数据传输方法，所述第二类帧的起始标志和终止标志为“0x7E”。

3、根据权利要求1所述的一种用于以太网与准同步数字体系融合的数据传输方法，所述第二类帧的控制字段的值为“0x03”。

4、根据权利要求1所述的一种用于以太网与准同步数字体系融合的数据传输方法，还包括计算步骤，利用生成多项式  $1+X+X^2+X^4+X^6+X^7+X^8+X^{10}+X^{11}+X^{12}+X^{14}+X^{22}+X^{23}+X^{25}+X^{27}$ ，对第二类帧除起始标志、终止标志以及帧校验序列字段外的所有比特进行校验，检测帧在传输过程中是否出现差错。

5、根据权利要求1所述的一种用于以太网与准同步数字体系融合的数据传输方法，所述第二类帧前一帧终止标志是相邻随后帧的起始标志。

6、根据权利要求1所述的一种用于以太网与准同步数字体系融合的数据传输方法，在第二类帧之间发送一个或多个连续的填充字节。

7、根据权利要求1所述的一种用于以太网与准同步数字体系融合的数据传输方法，所述第一类帧是MAC帧，所述第二类帧是PDH链路接入规程（LAPP）帧，所述第三类帧是PDH帧。

8、根据权利要求1所述的一种用于以太网与准同步数字体系融合的数据传输方法，所述的以太网是IEEE802.3或IEEE802.3u或IEEE802.3z。

## 一种用于以太网与准同步数字体系融合的数据传输方法

### 技术领域

本发明涉及以太网/快速以太网/千兆以太网的数据传送领域，包括公用网和专用网。它是一种用于以太网与准同步数字体系（英文缩写 PDH）融合的适配方法，主要用于具有以太网/快速以太网/千兆以太网接口的核心交换路由器和边缘交换路由器，高低端以太网交换机，以太网/快速以太网/千兆以太网接入设备，用户端综合接入设备和与英特网有关的互连互通设备等。

### 背景技术

查阅有关资料，到目前为止还没有用于以太网与准同步数字体系融合的符合标准的适配方法，采用“点对点协议”（英文缩写 PPP）再加上“高级数据链路规程”（英文缩写 HDLC），在英特网工程任务组（英文缩写 IETF），把它规定为（代号）RFC1619（RFC 是请求评论，英文 Request For Comments）。但若把“点对点协议”（英文缩写 PPP）加上“高级数据链路规程”（英文缩写 HDLC）用于以太网/快速以太网/千兆以太网与同步数字体系（英文缩写 SDH）的融合适配上，就存在一些不足和缺陷。主要表现在：

(1) 整个应用方案没有统一的国际标准支持，导致不同厂家的设备在公用网或专用网上互联时无法统一；

(2) 对于每秒 2.5 千兆比特及其以上速率，开发设备时硬件转发部分开销太大，用于“英特网协议（英文缩写 IP）直接在波分复用光缆网（英文缩写 IP over WDM）”上运行时，更是如此，因为 RFC1619 规定：推荐使用“链路控制协议（英文缩写 LCP）”和魔数（英文表述为 Magic Number）。这两项比较复杂；

(3) 采用 RFC1619 时，因为 PPP 是需要建立连接的，重发定时器的默认值在 PPP 中定为 3 秒。对于高速链路，这种方法过于迟钝。对于具体工程应用，应要求支持从每秒 2 兆比特到每秒 10000 兆比特的速率范围全部（约差 4032 倍）。所以重发定时器的值应根据线路往返的时延确定。这些在 RFC 1619 中都没有作出规定，从而在不同厂家的设备互连时会出现不确定性；

### 发明内容

本发明的目的是，针对现有技术存在的不足和缺陷加以改进，并提出和设计出适用于各种情况的以太网与准同步数字体系融合的适配方法。本发明的构想是在以太网协议和准同步数字体系（英文缩写 PDH）之间只保留面向字节的 PDH 链路接入规程（英文缩写 LAPP），用多服务访问点代替地址字段，实现多协议封装，可以提供从低阶虚容器到高阶虚容器（包括级联）的全部速率范围，也特别适合用于基于光的包交换接口，没有任何协议的不确定性。

#### 本发明的技术解决方案：

一种用于以太网与准同步数字体系融合的数据传输方法，包括下列步骤：从以太网接收数据包，将数据包转换成第一类帧；将所述第一类帧封装成包括起始标志、含 SAPI 标识符的地址字段、控制字段、包含所述数据包的信息字段、帧校验序列字段和终止标志的帧格式，形成第二类帧；将所述第二类帧封装到净荷部分，并插入相应的开销，形成第三类帧；将所述第三类帧输出到准同步数字体系设备。

所述第二类帧的起始标志和终止标志为“0x7E”，控制字段的值为“0x03”，利用生成多项式  $1+X+X^2+X^4+X^5+X^7+X^8+X^{10}+X^{11}+X^{12}+X^{14}+X^{15}+X^{16}+X^{17}+X^{18}+X^{19}$ ，对第二类帧除起始标志、终止标志以及帧校验序列字段外的所有比特进行校验，检测帧在传输过程中是否出现差错。对于第二类帧，前一帧的终止标志是相邻随后帧的起始标志。可在第二类帧之间发送一个或多个连续的填充字节。所述的第一类帧是 MAC 帧，所述第二类帧是 PDH 链路接入规程（LAPP）帧，所述第三类帧是 PDH 帧。所述的以太网是 IEEE802.3 或 IEEE802.3u 或 IEEE802.3z。

本项发明通过定义以太网与准同步数字体系（英文缩写 PDH）融合的物理层基本参数，准同步数字体系（英文缩写 PDH）链路接入规程（英文缩写 LAPP）向介质访问控制子层（英文缩写 MAC）提供服务原语和参数，同步的面向比特的组帧方法，不确认式信息传送服务模式（UISTS），并用 PDH 链路接入规程（LAPP），来解决以太网和准同步数字体系（PDH）之间的融合及适配，这一发明可以实现以太网（IEEE802.3）、快速以太网（IEEE802.3u）和千兆以太网（IEEE802.3z）系列组网应用。

以太网与准同步数字体系（PDH）融合的物理层的基本参数，其中，准同步数字体系的各类速率等级的参数为：

|    |                   |                       |
|----|-------------------|-----------------------|
| E1 | 其速率为 2048 千比特/秒   | 编码为 HDB3              |
| E3 | 其速率为 34368 千比特/秒  | 编码为 HDB3              |
| E1 | 其速率为 139264 千比特/秒 | 编码为 CMI               |
| T1 | 其速率为 1544 千比特/秒   | 编码为 AMI 或 B8ZS        |
| T2 | 其速率为 6312 千比特/秒   | 编码为 AMI 或 B6ZS 或 B8ZS |

T3 其速率为 44736 千比特/秒 编码为 B3ZS

准同步数字体系 (PDH) 链路接入规程 (LAPP) 向介质访问控制子层 (MAC) 提供服务原语和参数，它们分别是：

DL-UNACK-DATA 请求 (用户数据)  
DL-UNACK-DATA 指示 (用户数据)

其中 DL-UNACK-DATA 表示“数据链路不确认-数据”原语，它有请求 (Request) 和指示 (Indication) 两类；用户数据对应于一个参数，即 MAC 帧作为一个整体，在发送时作为原语的参数映射到第 LAPP 链路层；在第 LAPP 链路层，把映射下来的 MAC 帧作为 LAPP 的用户数据或信息字段，其中，用户数据最大值为 1600 八位组，在 LAPP 组帧时保持其原来的顺序和值不变。

同步的面向比特的组帧方法，其中，每一个帧均以 0x7e 起始和终止，发送端的链路实体在发送期间应检查起始和终止标志之间的内容，包括地址字段，控制字段，信息字段和 FCS 字段，具体方式如下：所有的 LAPP 帧均以二进制码“01111110”起始和终止，直接位于地址字段之前的标志是起始标志，紧跟在帧校验序列 (FCS) 之后的标志为终止标志，在某些应用中，终止标志也可以作为下一帧的起始标志，所有的收端应能够接收一个或多个连续的标志，在帧与帧之间以标志填充：地址字段由一个八位组组成，比特排列的顺序为最低位在最右边，即比特 1，最高位在最左边，即比特 8，地址字段作为服务访问点标识符 (SAPI) 使用，完成 LAPP 对所有上层协议的封装，在接收端，根据这个字段的值来确定是哪一种协议，十六进制数 “1c” 表示对基于以太网/快速以太网/千兆以太网业务的封装（也可以使用其它值），“255”作为广播地址，其它还有 251 个值留作将来使用；控制字段由一个八位组组成，其值为 0x03，所有的帧均作为命令帧使用，探寻/终止比特设为 0，其它值保留将来功能扩充时使用；信息字段即用户数据，紧跟在控制字段之后，由整数倍的八位组组成，当 MAC 子层有 MAC 帧要发送时，首先调用“DL-UNACK-DATA 请求 (用户数据)”原语，把随该原语映射下来的“整个 MAC 帧”作为 LAPP 的“信息字段”，在接收端，MAC 子层利用“DL-UNACK-DATA 指示 (用户数据)”原语接收 LAPP 转来的“信息字段”作为 MAC 子层的帧；每个帧的尾部包含一个 32 比特的帧校验序列，用来检查帧通过链路传输时可能产生的错误，FCS 由发送方产生，其基本思想是通过对完全随机的待发送的比特流计算产生 32 比特的冗余码（即 FCS），附于帧的尾部，使得帧和 FCS 之间具有相关性，在接收端通过识别这种相关性是否被破坏，来检测出帧在传输过程中是否出现了差错，FCS 生成多项式为：

$$G(x) = x^{25} + x^{24} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{15} + x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$$

计算范围从一个帧的开始标志之后的第一个比特起，到 FCS 之前的最后一个比特止，总比特数为 n，作为数据多项式  $Q(x)$ ，其中需还原因透明性传输引起的转换（不应包括因透明性的需要而插入八位组），FCS 是一个 32 比特的序列，它的值是下列两个余数的模 2 和的反码，

$$\text{---- } x^8 \times (x^{31} + x^{29} + \dots + x^2 + x + 1) / G(x) \text{ 的余数}$$

$$\text{---- } x^8 \times Q(x) / G(x) \text{ 的余数}$$

将上述过程产生的 FCS 加  $Q(x)$  之后发送出去，在接收端，把两个标志之间的全部比特序列称  $M(x)$ ，按下式计算， $[x^{(n-32)} \times (x^8 + x^7 + \dots + x^2 + x + 1) + x^{28} \times M(x)] / G(x)$ ，其中  $n+32$  为  $M(x)$  序列的长度，如果  $M(x) = Q(x) + FCS$ ，则传输无差错，否则，就认为传输有差错；在帧结构中，每一八位组的比特排列顺序为水平显示，比特排列的顺序为最低位在最右边（即比特 1），最高位在最左边（即比特 8），多个八位组沿垂直方向排列，最上面的八位组编号为“1”，依次递增为“2”…“N”，在这一结构中，某一比特可以以(o, b)标识，o 表示八位组的顺序编号，b 表示在一个八位组内比特的顺序编号，在一个八位组内比特 8 最先发送，而在一个帧结构中，八位组的发送顺序为 1, 2 … N（从小到大递增），不过，FCS 的 4 个字节是一个例外，具体说就是，FCS 的第 1 个八位组的编号为 1 的比特是 FCS 长字的最高位，FCS 的第 4 个八位组的编号为 8 的比特是 FCS 长字的最低位；LAPP 的无效帧有以下几种：

- 1) 由两个标志产生的不妥当的定界的帧，
- 2) 两个标志的帧长小于 6 个八位组的帧，
- 3) 包含有 FCS 错误的，
- 4) 服务访问点标识符 (SAPI) 不匹配或收端不支持的帧，
- 5) 包含有不确定的控制字段的帧，
- 6) 以多于 6 个“1”结束的帧，

无效帧将被丢弃，不通知发送方，也不产生任何动作。FCS 计算完成后，发送方将检查两个标志之间的整个帧，若发现有五个连续的“1”，即在随后自动地插入一个“0”，在接收端，在计算 FCS 之前，自动地删除自动地插入的这个“0”。

不确认式信息传送服务模式 (UITP)，在第 2 层只有一个要素 LAPP，没有流量控制，也不进行任何确认式操作。

这一发明可以实现以太网（IEEE802.3）、快速以太网（IEEE802.3u）和千兆以太网（IEEE802.3z）系列组网应用，具体说，采用这一方法时把 PDH 传输作为一个桥，可以连接相距很远的两个 10M/100M/1000M 以太网交换机（2 层或 3 层），本方案既可以支持各类以太网“带冲突检测的载波侦听多路访问（CSMA/CD）”的半双工方式，又可以支持各类以太网的全双工方式。

本发明的优点，相对于 RFC1619，具有以下创新：

(1) 目前国外个别厂商按照英特网工程任务组（英文缩写 IETF）提出的 PPP over SONET/SDH (即 RFC 1619，SONET 是指北美的同步光网络) 开发，就 RFC 1619 本身而言，链路层有 PPP(点对点协议) 和 HDLC(高级数据链路规程) 两种协议，比较复杂，把它用于每秒 2.5 千兆比特以上速率时硬件开销太大，相比之下本发明只采用一个 LAPP 要素，其难易程度与 HDLC 相当，省去了 PPP 中的复杂的“链路控制协议（英文缩写 LCP）”和魔数（英文表述为 Magic Number）机制，所用的协议适配之开销大大减小；

(2) 把 RFC 1619 用于以太网与 PDH 的融合，目前尚无标准支持，导致把这一现有方案用与公用网和专用网时，不同厂家的设备难以互通互联；

(3) 采用 RFC1619 时，因为 PPP 是需要建立连接的，重发定时器的默认值在 PPP 中定为 3 秒，对于高速链路，过于迟钝，对于具体工程应用，应要求从每秒 2 兆比特到每秒 10000 兆比特的速率范围全部支持，所以重发定时器的值应根据线路往返的时延确定，这些在 RFC 1619 中都没有作出规定，从而在不同厂家的设备互连时可能会出现不确定性，相比之下本发明采用不确认式信息传送服务方式，不需要建立连接，也不需要使用重发定时器，不会出现任何对等实体之间通信的不确定性，从每秒 2 兆比特到每秒 10000 兆比特的速率范围的应用全部支持：

通俗地说，本发明是以非常简练的，快捷的和廉价的方式解决以太网到 PDH 的协议适配，用 PDH 链路接入规程一项要素代替“点对点协议（英文缩写 PPP）和高级数据链规程（英文缩写 HDLC）两项要素，支持以太网/快速以太网/千兆以太网的各类应用。

#### 附图说明

图 1，本发明所提出的构想示意图

图 2，本发明用于准同步传递模式传递以太网 MAC 帧的协议栈结构示意图

图 3，本发明组网的协议栈配置举例示意图

图 4，本发明所提出的用于千兆位介质独立接口（GMII）和介质独立接口（MII）的调解（Reconciliation）子层与 PDH 链路接入规程（LAPP）及 PDH 物理层之间的关系图

图 5, 本发明所提出的千兆位以太网与 PDH 适配的功能要素组成图

图 6, 本发明所提出的介质访问控制子层、LAPP 链路层和物理层之间的原语关系图

图 7, 本发明所提出的以太网帧在 PDH 上运行的专用网举例

图 8, 本发明所提出的以太网帧在 PDH 上运行的公用网举例

图 9, 本发明所提出的以太网帧在 PDH 上运行的远端接入以太网交换机举例

#### 具体实施方式

下面, 根据附图描述本发明的实施例。

本发明所提出的设想主要用于具有以太网/快速以太网/千兆以太网接口的核心交换路由器, 边缘交换路由器, 基于包交换的高低以太网端交换机, 用户端以太网综合接入设备和与以太网有关的互连互通设备等。本发明的应用框架见图 1, 即本发明所提出的构想示意图, 其中 IEEE802.3/802.3u/802.3z 分别表示以太网/快速以太网/千兆以太网, MAC 表示介质访问控制, 在 MAC 子层与 PDH 之间采用 PDH 链路接入规程 (英文缩写 LAPP), 物理层采用准同步数字体系 (PDH), 主要包括各类高阶和低阶次群 (T1/E1/T2/E2/T3/E3/E4)。在这个框架中, LAPP 链路层向 MAC 子层提供的服务访问点只有一个, 供以太网/快速以太网/千兆以太网的 MAC 帧使用。它们的服务访问点标识符 (SAPI) 是十进制数 “28” (也可以是其它值)。在 MAC 子层的整个 MAC 帧, 在发送时作为原语的参数映射到 LAPP 链路层。在 LAPP 链路层, 把映射下来的 MAC 帧作为 LAPP 的信息字段, 其原来的大小和顺序不变; LAPP 链路层采用不确认式信息传送服务 (UITS), 它与 PDH 物理层也通过相应的服务访问点用原语和参数交互。图 2 是本发明用于准同步数字体系传递以太网 MAC 帧的协议栈结构示意图, 其中在 LAPP 以下, 有两种放入高阶和低阶次群的方法, 一种是把 LAPP 帧放入 PDH 低阶次群, 把低阶次群以比特间插的方式按 PDH 的码型复用进高阶次群, 再按照光电传输段的顺序进行传送, 在接收端则按相反的顺序提取出 LAPP 帧; 另一种是把 LAPP 帧放入直接映设进高阶次群, 再按照光电传输段的顺序进行传送, 在接收端则按相反的顺序提取出 LAPP 帧。图 3 本发明组网的协议栈配置举例示意图, 它表示以太网接口通过 PDH 接入另外一个以太网的进端和出端网关的协议栈配置, 其中 LLC 表示逻辑链路控制子层, MAC 表示介质访问控制子层, PDH 表示准同步数字体系, LAN 表示局域网, TCP 表示传输控制协议, UDP 表示用户数据报协议, IPX 表示 Novell 网网络协议, “Ethernet Frame over PDH” 表示以太网协议与准同步数字体系的融合, 在网关处, 同时配有 PDH 和 MAC 两类物理接口, 而网络层仍然是 Ipv4/Ipv6/IPX 不变。图 4 是本发明所提出的用于千兆位介质独立接口 (GMII) 和介质独立接口 (MII) 的调解 (Reconciliation)

子层与 PDH 链路接入规程 (LAPP) 及 PDH 物理层之间的关系图，其中，PDH 表示准同步数字体系，AUI 表示连接绑定单元接口，MDI 表示介质独立接口，MII 表示介质独立接口，GMII 表示千兆位介质独立接口，PLS 表示物理层信令，PCS 表示物理编码子层，PMA 表示物理介质联接，PMD 表示物理介质依赖性（接口），在这一关系图中，MAC 功能子层以下可以分别配置以太网/快速以太网/千兆以太网三类物理接口系列，而对于 PDH 侧，则通过 LAPP 对 MAC 子层和 SDH 物理层进行适配。图 5 描述的是本发明所提出的千兆位以太网与 PDH 适配的功能要素组成图，在其中，对于 PDH 侧，通过 LAPP 对 MAC 子层和 PDH 物理层进行适配，对于千兆位以太网，可采用双线或四线制电缆接口、单模光纤接口、多模光纤接口和非屏蔽双绞线接口。图 6 是本发明所提出的介质访问控制子层、LAPP 链路层和物理层之间的原语关系图，LAPP 提供一个服务访问点，其标识符值 (SAPI) 等于十进制数“28”供以太网/快速以太网/千兆以太网用，从 MAC 子层发送 MAC 帧到 LAPP 链路层，使用“DL-UNACK-DATA 请求”原语，从 LAPP 链路层接收数据包到 MAC 子层，使用“DL-UNACK-DATA 指示”原语；在 LAPP 链路层和物理层之间，从 LAPP 到物理层，使用“PH-DATA 请求”原语建链，使用“PH-DATA 指示”原语则表示由物理层向 LAPP 链路层发建链指示，从 LAPP 链路层发数据包到物理层，使用“PH-DATA 请求”原语，从物理层接收数据包到 LAPP 链路层，使用“PH-DATA 指示”原语。图 7 是本发明所提出的以太网帧在 SDH 上运行的专用网举例，其中 ADM 表示 SDH 传输设备的分插复用器，利用这一 SDH 环中的 PDH 通道，可以把两个 10M/100M 以太网 2 层交换机联接起来，一般说来，所选用的高阶和低阶次群速率最好是不大于实际连接的以太网接口速率。图 8 是本发明所提出的以太网帧在 SDH 上运行的公用网举例，其中 ADM 表示 SDH 传输设备的分插复用器，利用这一 SDH 环中的 PDH 通道，可以把两个 100M/1000M 以太网 3 层交换机联接起来，一般说来，所选用的 PDH 通道的速率最好是大于实际连接的以太网接口速率。图 9 是本发明所提出的以太网帧在 PDH 上运行的远端接入以太网交换机举例，实际应用中，可把这一远端接入单元做在传输设备上，实现远端接入以太网交换机，其中 ADM 表示 SDH 传输设备的分插复用器。

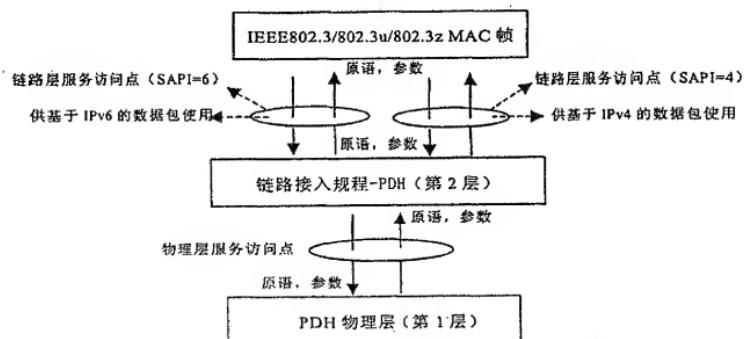


图 1

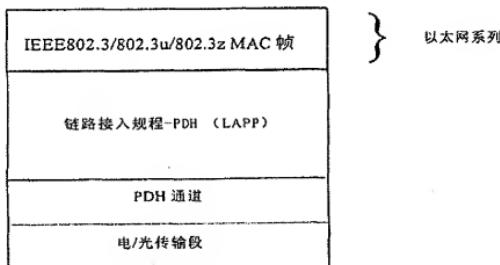


图 2

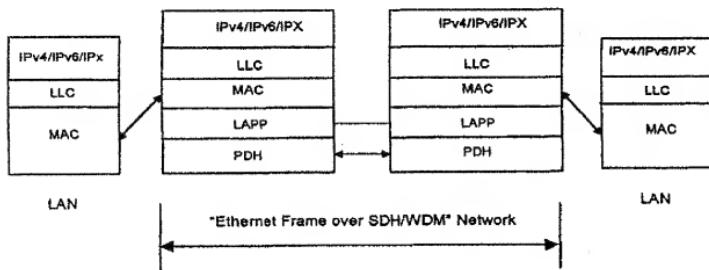


图3

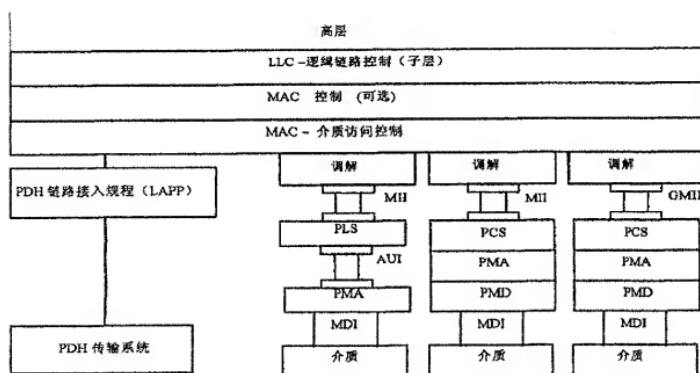


图4

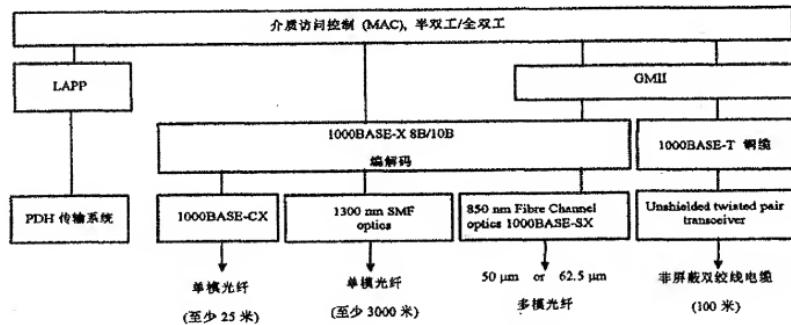


图5

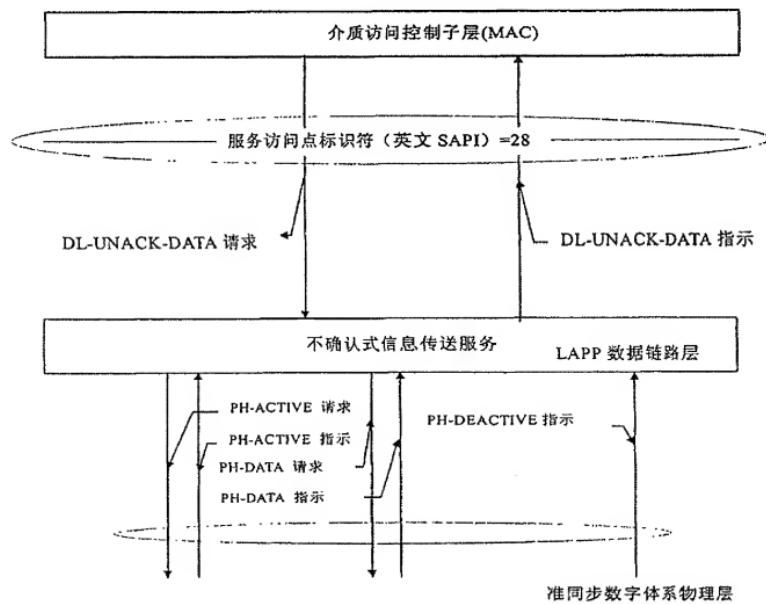


图 6

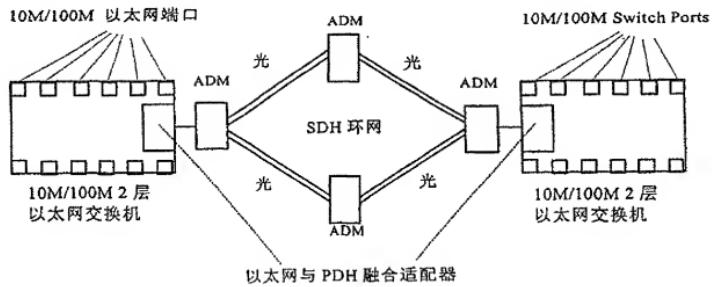


图 7

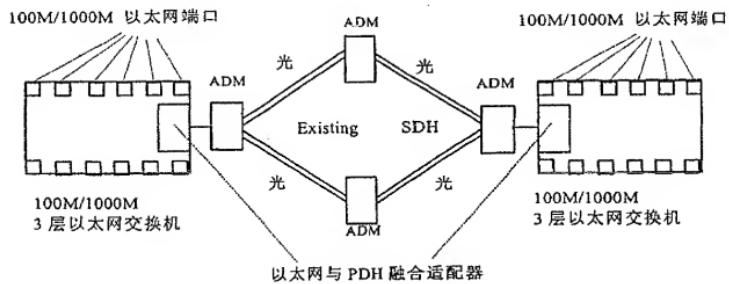


图 8

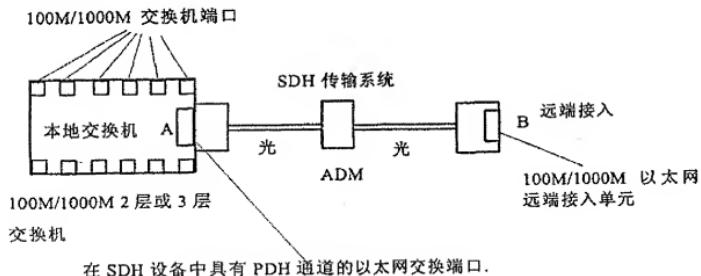


图 9